

NRC Publications Archive Archives des publications du CNRC

Les sols et la construction

Legget, R. F.

For the publisher's version, please access the DOI link below./ Pour consulter la version de l'éditeur, utilisez le lien DOI ci-dessous.

Publisher's version / Version de l'éditeur:

<https://doi.org/10.4224/40000900>

Digeste de la construction au Canada, 1961-12

NRC Publications Archive Record / Notice des Archives des publications du CNRC :

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=28df1410-dcff-4353-84d2-161ea3382a19>

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/voir/objet/?id=28df1410-dcff-4353-84d2-161ea3382a19>

Access and use of this website and the material on it are subject to the Terms and Conditions set forth at

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/copyright>

READ THESE TERMS AND CONDITIONS CAREFULLY BEFORE USING THIS WEBSITE.

L'accès à ce site Web et l'utilisation de son contenu sont assujettis aux conditions présentées dans le site

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/droits>

LISEZ CES CONDITIONS ATTENTIVEMENT AVANT D'UTILISER CE SITE WEB.

Questions? Contact the NRC Publications Archive team at

PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca. If you wish to email the authors directly, please see the first page of the publication for their contact information.

Vous avez des questions? Nous pouvons vous aider. Pour communiquer directement avec un auteur, consultez la première page de la revue dans laquelle son article a été publié afin de trouver ses coordonnées. Si vous n'arrivez pas à les repérer, communiquez avec nous à PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca.

Digeste de la Construction au Canada

Division des recherches en construction, Conseil national de recherches Canada

CBD 3F

Les sols et la construction

Publié à l'origine en décembre 1961

R. F. Legget

Veillez noter

Cette publication fait partie d'une série qui a cessé de paraître et qui est archivée en tant que référence historique. Pour savoir si l'information contenue est toujours applicable aux pratiques de construction actuelles, les lecteurs doivent prendre conseil auprès d'experts techniques et juridiques.

Le sol est probablement le plus important de tous les matériaux de construction; il est certainement l'un des plus intéressants puisqu'il se trouve sous la plupart des maisons et des ouvrages que l'on construit. C'est lui qui permet d'améliorer l'apparence du paysage aux abords des ouvrages; c'est lui qui supporte la plupart des chaussées de routes et des pistes d'aéroport et c'est avec lui que l'on constitue les grands et les petits remblais. Dans certains pays on va même jusqu'à utiliser le sol comme matériau de construction avec lequel on fait des éléments après séchage ou avec lequel on construit en pisé.

Les architectes et les constructeurs connaissent généralement les sols. L'architecte doit connaître les caractéristiques locales des sols lorsqu'il étudie un terrain pour la première fois, même si celui-ci est encore couvert d'herbe. Les bureaux d'architectes ont l'habitude de faire effectuer des forages d'essais dans tous les terrains où ils doivent ériger des ouvrages importants et ils consultent des spécialistes sur les conditions de fondation qui existent dans ces terrains. Le constructeur de son côté est très conscient de l'importance du sol dans ses travaux car la connaissance du type de sol qu'il rencontrera dans un chantier lui est nécessaire pour faire ses devis techniques et financiers.

Malgré la connaissance que ces spécialistes ont du sol en regard de la construction il se pose bien des problèmes difficiles sur les chantiers. Lorsqu'il fait humide ou lorsque l'eau doit être sortie des excavations au moyen de pompes il se produit des boues qui peuvent donner une fausse idée du caractère véritable du sol rencontré. Le plus commun de tous les problèmes est peut-être le tassement qui se produit lorsque les tranchées ou les excavations sont remblayées autour des bâtiments. Les architectes et les constructeurs savent qu'il faut remblayer avec grand soin mais cela n'empêche pas un grand nombre d'entre eux de remblayer trop rapidement ou de ne pas comprendre qu'il est absolument nécessaire de placer la terre de remblai en fines couches.

Le but du présent digeste est de donner quelques notions sur les caractéristiques essentielles des sols et sur leur compactage. Le sol est souvent considéré comme un matériau sans intérêt. C'est pourquoi à première vue le sujet de la présente note peut sembler un peu terne mais la lecture des notions de géologie des sols qu'elle contient effacera peut-être cette première

impression. Cela est d'autant plus vrai qu'il faut connaître parfaitement la nature des sols avant de se faire une idée des contraintes qui se produiront dans le sol sous une fondation. Les fondations elles-mêmes feront l'objet d'un prochain digeste. Nous nous occuperons ici de la nature du sol de la façon dont il réagit avec l'eau et de la marche à suivre pour remblayer afin d'éviter que des tassements se produisent par la suite. Si le constructeur tient compte en particulier des renseignements qui s'appliquent au remblayage il évitera bien des difficultés. L'architecte sera mieux en mesure d'employer les mots qui conviennent lorsqu'il mentionnera les sols dans ses devis. De cette façon il se fera mieux comprendre et la réalisation de ses plans s'effectuera plus facilement.

Nature du sol

Il est nécessaire de définir clairement ce qu'on entend par sol. C'est le mot employé par les ingénieurs et les architectes pour décrire tous les matériaux détachés ou fragmentaires qui se trouvent dans la croûte terrestre. Le sol est donc beaucoup plus que la fine couche de terre organique arable dont on parle en agriculture et en jardinage. Par conséquent le mot sol pour les ingénieurs veut dire tous les matériaux que l'on trouve dans la terre et qui vont du sable et du gravier (dont on peut voir les particules à l'oeil nu) à des argiles à grains très fins (dont les particules ne peuvent même pas être distinguées lorsqu'on cherche à les voir avec des microscopes à faible puissance). Tous les sols sont faits de particules qui dérivent de rochers massifs. Ces particules sont donc des minéraux comme ceux qui composent les rocs. Il peut sembler curieux de parler de l'argile comme d'un minéral mais c'est pourtant le cas. On reconnaît maintenant les caractéristiques distinctes des principaux minéraux argileux, lesquels constituent un groupe important.

Géologie des sols

Les particules de rochers qui constituent les sols ont été enlevées de leur emplacement initial par divers modes de transport. Il existe par exemple dans l'ouest du Canada des dépôts importants de sols éoliens dont les particules ont été amenées à leur emplacement actuel par l'action du vent. Dans tout le Canada on trouve des dépôts glaciaires qui sont un mélange de gravier, de sable, de limon et d'argile qui ont été déplacés en grandes quantités par les glaciers et ont été déposés là où ils se trouvent lorsque les glaciers se sont retirés. Certains sédiments de sable et de gravier ont été déposés par l'eau coulant sous les glaciers ou provenant des glaciers et ces sédiments forment parfois une caractéristique de paysages actuels comme les drumlins de la région de Peterborough en Ontario.

D'autres sols ont été déplacés et déposés par l'action de l'eau. Un mélange de particules que l'eau a sorti des glaciers peut être déposé sous forme de sable, de limon ou d'argile aux dimensions bien assorties. Les grands dépôts d'argile qui forment les sols si importants des Prairies dans le Manitoba du Nord et dans les vallées comme celle du St.-Laurent ont été amenés de cette façon depuis les lacs glaciaires ou la mer.

Si l'on trouve une telle variété de conditions locales du sol au Canada c'est par suite des divers phénomènes géologiques qui se sont manifestés. Sous Montréal se trouve un mélange de dépôts glaciaires et d'argile en provenance de la mer Champlain. On trouve à Ottawa le même genre de dépôt argileux d'origine marine tandis que le sous-sol de Toronto est formé par des sédiments glaciaires et des argiles déposées dans l'eau douce avec quelques dépôts deltaïques de sable. Les dépôts d'argile du lac Agassiz à Winnipeg sont bien connus ainsi d'ailleurs que les argiles glaciaires correspondantes que l'on trouve dans d'autres villes des Prairies. Les sols de Vancouver constituent l'un des assemblages les plus complexes de tous, lequel est typique de l'histoire géologique inusitée de la côte du Pacifique.

Dans d'autres parties du monde comme le sud des États-Unis on trouve de grands dépôts de sols qu'on appelle sols résiduels du fait qu'ils sont formés de particules de rocher qui sont restées sur place. Ces particules proviennent de la détérioration par les éléments du rocher sur lesquels ils sont entassés. On peut dire qu'en général il n'y a pas de sol résiduel au Canada; certainement pas, en tous cas, qu'on risque de rencontrer dans les travaux ordinaires de construction.

Types de sols

Les sols sont généralement décrits et définis par la dimension des particules qui les constituent. Le sable par exemple se reconnaît facilement car il est constitué par de petites particules que l'on voit aisément à l'oeil nu. Les limons sont des sols formés de particules plus fines que celles que l'on trouve dans le sable mais pas aussi fines que celles qui constituent les argiles. On ne peut pas voir à l'oeil nu les fines particules des limons et des argiles mais on peut déterminer leurs dimensions au laboratoire de telle sorte que l'on peut fixer des limites permettant de décrire de façon plus précise les différents types de sols. Ces limites sont:

Cailloux diamètre supérieur à 3 pouces

Gravier particules dont le diamètre est inférieur à 3 pouces mais qui ne passent pas dans le tamis No 4 (environ 1/4 de pouce)

Sable particules passant dans le tamis No 4 mais ne passant pas dans le tamis No 200 (les particules plus petites que celles qui passent dans le tamis No 200 ne sont pas visibles à l'oeil nu)

Limons particules dont le diamètre est inférieur à 0.02 mai et supérieur à 0.002 mm

Argiles particules dont le diamètre est inférieur à 0.002 mm

Ces indications s'appliquent à des sols formés de particules ayant approximativement la même dimension. Il existe naturellement de nombreux sols formés de mélanges de particules de dimensions différentes. On décrit ces sols en disant par exemple que ce sont des graviers sableux ou des sables limoneux ou des argiles sablonneuses. Les dépôts glaciaires constituent peut-être le meilleur exemple d'un mélange de sol car ils consistent généralement en toute une gamme de particules allant des cailloux aux argiles.

Si l'on examine attentivement un échantillon de l'un de ces mélanges de sol il n'est pas difficile de voir qu'entre les différentes particules de sols se trouvent des vides. Les vides se voient facilement dans le sable et dans le gravier. On peut les imaginer naturellement beaucoup plus petits dans les limons ou les argiles. Lorsque le sol est sec les vides sont remplis d'air. Lorsque les vides sont remplis d'eau on dit que le sol est saturé. Ce type de mélange de minéral, d'air et d'eau s'appelle techniquement un système à trois phases.

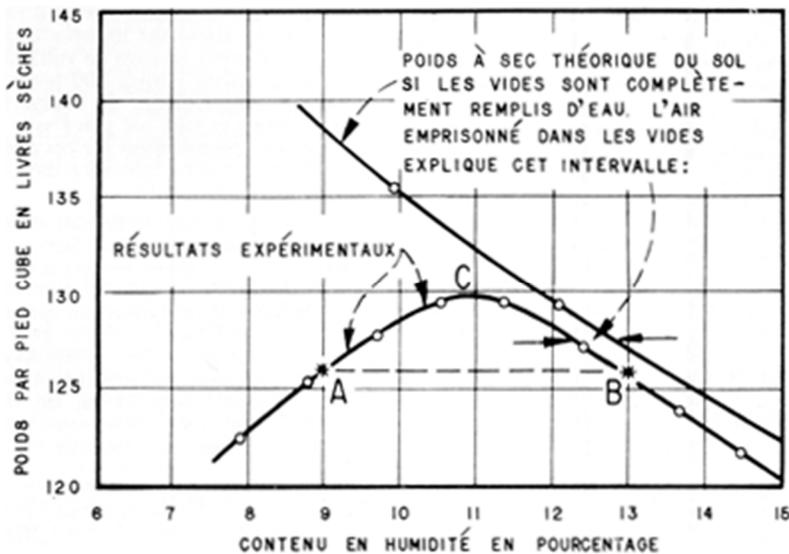
Problèmes du sol

Les propriétés du sol varient énormément selon la corrélation qui existe entre les trois phases. Par exemple on peut avoir un mélange de sable, de limon et d'argile qui est si dur qu'il ressemble à un roc lorsqu'il est sec et ne donne aucune difficulté. Le même sol lorsqu'il est humide peut avoir presque la consistance de la soupe de pois et donner lieu à de grandes difficultés sur un chantier. La seule différence qui existe entre les deux conditions a été le remplacement de l'air par l'eau dans les vides. Ce simple fait est la clef de tout le problème du maniement des sols dans la construction.

En dehors des difficultés causées par la boue sur les chantiers les principaux problèmes causés par le sol dans les travaux de construction sont ceux qui sont liés à la nécessité de remblayer autour des murs de sous-sols et dans les tranchées qu'on a creusées pour installer la tuyauterie. Tout le monde a vu la terre qui s'incurve à la surface des tranchées remblayées quelques temps après leur remblayage. Avec un peu de soin non seulement on peut éviter les difficultés se produisant par suite du tassement d'un sol remblayé mais encore on n'a pas besoin de laisser un excédent de sol au-dessus des excavations remblayées comme on le fait quelquefois pour compenser des tassements anticipés. La meilleure façon d'expliquer la façon d'éviter tous ces inconvénients est de dire que si le sol enlevé pouvait être remis à sa place comme il était avant l'excavation il ne se produirait pas de tassements mais le sol serait tout simplement remis dans son état initial. Pour tendre vers cet idéal il suffit d'appliquer les règles fondamentales du compactage du sol lorsque l'on procède à des remblayages.

Compactage du sol

Si l'on compacte un mélange de sol en laboratoire dans un récipient ayant un volume déterminé et dans des conditions standard on obtiendra une certaine valeur pour sa densité (qu'on appelle généralement poids à sec par pied cube). Et si on mélange le tout comme il faut on constatera que la densité aura augmentée après compactage du mélange dans le même récipient et dans les mêmes conditions. On peut continuer cette méthode (comme on peut le voir dans la figure) jusqu'à ce que l'on ait atteint une certaine humidité optimum après laquelle la densité diminuera si on ajoute davantage d'eau. Ce résultat peut être expliqué par le fait que l'eau, pour ainsi dire, lubrifie les particules de sols lesquelles sont alors serrées davantage les unes contre les autres et elles donnent une masse de plus en plus compacte tant qu'il y a des vides dans le mélange. En ajoutant de l'eau une fois que tous les vides sont remplis on ne fera qu'inciter les particules de sol à se séparer ce qui réduira le poids à sec effectif. L'explication complète de ce phénomène est peut-être plus compliquée que cela étant donné que les propriétés des pellicules d'humidité sur les particules de sol entrent en jeu, mais cette explication simplifiée donne une excellente idée du phénomène.



Les implications pratiques de ces expériences sont importantes. Si le sol est remblayé dans une tranchée dans les conditions indiquées par le point "A" sur la courbe on peut le compacter afin d'en faire une masse dense et dure laquelle cependant contiendra un volume considérable de vides. Ces vides seront occupés par l'eau si l'eau vient en contact avec le sol sous forme de pluie ou autrement. Dans l'exemple donné la teneur en humidité peut passer de 9 pour cent à 13 pour cent sans qu'il en résulte de changement dans le volume du sol. Quoiqu'il soit ferme lorsqu'il ne contient que 9 pour cent d'humidité le sol sera probablement très mouillé et très sale lorsqu'il en contiendra 13 pour cent. Si par contre le sol a des conditions d'humidité optimums et s'il est compacté l'eau ne pourra plus y entrer étant donné que presque tous les vides initiaux seront déjà remplis par de petites particules de sol. Les caractéristiques de ce sol ne changeront pas avec le temps.

Par conséquent le secret d'un bon remblayage est de replacer dans les tranchées ou autour d'un bâtiment un sol dont le contenu en humidité sera aussi proche de son contenu optimum que possible et compacté de telle façon qu'il aura sa densité maximum pour cette teneur optimum en humidité. Lorsqu'il s'agit d'ouvrages importants on a intérêt à mettre à l'épreuve au laboratoire les sols rencontrés afin de déterminer leur teneur optimum en humidité et leur densité maximum correspondante. Il est certain que cela n'est pas possible pour les petits travaux. Heureusement cependant il existe une façon très simple de déterminer approximativement la teneur en eau optimum pour laquelle la densité maximum peut être obtenue. Pour de nombreux sols on peut définir ce point en mélangeant de petites quantités du sol avec de l'eau et en serrant dans ses mains une petite motte de ce sol pour la mettre à l'épreuve. Si la motte de terre a une consistance telle qu'elle ne fera que se briser en petits

morceaux lorsqu'on lui applique une certaine pression (avec le pouce par exemple) cela indique que la quantité d'eau dans le sol est parfaite pour donner une densité optimum, Lorsqu'on remblait des tranchées, par conséquent, on devra faire subir une simple épreuve au sol si ce n'est pas du sable ou du gravier.

Il est clair que cette condition d'humidité optimum correspond approximativement à la condition naturelle du sol au moment où il est enlevé. Par conséquent on devra s'efforcer de protéger le sol une fois qu'il est enlevé lorsqu'on a l'intention de le remblayer et de le garder dans son état naturel. Il est utile par exemple de le recouvrir de toiles afin de réduire l'évaporation de l'eau qu'il contient. Si l'on s'aperçoit par contre que son contenu en eau a changé il faudra au moment du remblayage, soit faire sécher le sol, soit lui ajouter de l'eau afin qu'il obtienne la consistance voulue.

On doit le placer en couches minces n'ayant pas plus de 6 pouces d'épaisseur si l'on veut le remettre en place avec sa densité optimum. Chaque couche doit être compactée comme il faut au moyen d'une lourde dame ou en employant un petit appareil mécanique de compactage comme on en trouve actuellement dans le commerce. Si l'on suit cette procédure avec soin il sera possible de remblayer des tranchées, même de très grandes tranchées, de telle sorte que le sol retrouvera approximativement sa condition première et qu'il ne se produira pas de tassements importants à sa surface. De nombreux services de voirie ont placé des remblais allant jusqu'à 100 pieds de haut en suivant les méthodes de compactage décrites ci-dessus et elles ont placé sans attendre des chaussées permanentes sur ces remblais en étant sûres qu'aucun tassement dangereux ne se produirait par la suite.

Ces indications sont si simples et si évidentes qu'on sera en droit de se demander pourquoi on n'a pas toujours recours à cette façon de faire. Malgré la simplicité et l'évidence de ce qui précède il est indéniable qu'en suivant la procédure indiquée on obtiendra des résultats satisfaisants en matière de remblayage. On doit faire extrêmement attention à toutes les phases du remblayage et on ne devra en aucun cas faire autre chose que replacer le sol en fines couches et compacter.